

Ausschlüpfen des Falters zutrifft; sobald derselbe kurze Zeit auf dem Fluge ist, beginnen die Flügel nachzudunkeln und dies um so stärker, je mehr das Individuum von der Sonne beschienen wird. Da in dem Insektarium die darin belassenen *machaon*-Falter verhältnismässig wenig Schutz gegen die einfallenden Sonnenstrahlen hatten, wurde das helle Schwefelgelb ihrer Flügel ober- und unterseits in ein ziemlich dunkles Ledergelb verwandelt.

(Schluss folgt.)

Das Problem der Rückkehr zum Nest der forschenden Ameise.

Von **Victor Cornetz**, ingénieur civil, ehemals Assistent für Mathematik an der technischen Hochschule zu Karlsruhe.

(Mit 5 Abbildungen.)

(Fortsetzung aus Heft 7/8.)

Im allgemeinen ist der Radius der Hinreise von Forschungsflächen unterbrochen; eine solche Unterbrechung kann, was ihre Gestalt betrifft, von der einfachen seitlichen Krümmung, wie R_1 und R_2 bei Fig. 1, zur Schleife, doppelten Schleife und bis zu ganz komplizierten Forschungen gehen, welche aber jedesmal auf einer beschränkten Fläche sich begrenzen. Sehr selten sieht man die Reiserichtung nicht am Loch selbst entstehen, sondern aber in unmittelbarer Nähe. — Bei *Tapinoma erraticum* ist es sehr schwer, eine einzelne Ameise vom Neste aus abreisend zu beobachten, denn eine oder mehrere Ameisenstrassen sind bei dieser Art immer am Nest zu beobachten. Die isoliert forschende, meist grosse Arbeiterin dieser Art verlässt seitlich die Ameisenstrasse ganz allein und geht z. B. nach Nordosten. Dann regiert diese Richtung ihre ganze z. B. 55 Meter weite Forschungsreise samt Rückkehr, welche geradezu parallel zur Hinreise geschieht und zwar in einer seitlichen Entfernung von 1 m 50 cm bis 2 m (Album Fig. 70).

Meine persönliche Ansicht über alle diese Tatsachen ist folgende: Die Richtung (axe de sinuement), welche bei der Hinreise zwischen den Forschungsflächen immer wieder zum Vorschein kommt und dies mit Abweichungen von sehr wenig Bogengraden, um darauf im umgekehrten Sinne bei der Rückkehr sich zu zeigen, rührt im Sensorium vom Anfang der Reise her. Durch das rasche, beinahe mathematisch gleiche Hin- und Herschwanken in gerader Linie bei der Abreise (oscillation du début) entsteht im Sensorium des Insektes eine Orientierung, eine innere Angabe, welche dann die ganze Reise notwendig beherrscht. Meine Ansicht ist übrigens nicht von Belang; der innere Process ist ja Sache der Physiologen. Ansichten, Interpretationen, Erklärungen, Theorien altern alle im Laufe der Zeit, genau wie Schulen und philosophische Systeme; Tatsachen bleiben. — Irgend ein Teil des Sensorium der Insekten nimmt die Richtung der Hinreise auf und zwar die Anfangsrichtung, behält dann diese Richtung und benützt sie für die direkte und rasche Rückkehr. Dies scheint mir eine Tatsache zu sein.

Solche Reisen ins Weite mit einer immer wiederkehrenden Reiserichtung bilden bei meinen Ameisenarten die grosse Mehrzahl. Es kommen aber Abarten vor, die ich hier nur kurz erwähnen kann.

Reisen mit zwei Hauptrichtungen (deux orientations générales).

Bei meinen Sammlungen kommen sie etwa einmal bei drei oder vier vor und dies bei der höheren Art *Myrmecocystus*. (Fig. 4.) Eine *Myrmecocystus* reist vom Nestloch N nach NNW, 20 m lang, und dieses

trotz Umdrehungen, Schleifen und nicht nach meiner Regel des Erhaltens der einmal eingenommenen Richtung. Im Orte A unternimmt die Ameise eine lange, langsame, seitliche Forschung, also nicht mehr eine kleine Forschung auf beschränkter Fläche. Diese seitliche Reise, etwa 18 m, dehnt sich aus von A bis zum Orte Z, wo ich dem Insekt Zucker werfe. Endlich findet die Ameise ein Stückchen und fasst es. Was tut sie nun? — Wir haben also ein beinahe rechtwinkliges Dreieck N—A—Z. Nie habe ich in einem solchen Falle eine direkte Schliessung des Dreiecks mittelst einer geradlinigen Rückkehr Z—N beobachtet. Die Ameise läuft von Z nach A^I geradezu rechtwinklig zur alten Reiserichtung N—A, gleicht also grob ihre seitliche Reise aus und geht dann von A^I nach N. Sie sucht das Nestloch etwa 1,20 m zu früh auf. Ich fange nun das Insekt nahe vor dem Loch auf und bringe es genau nach dem Punkt Z. Dort, immer mit ihrem Zuckerstückchen, beschreibt meine Ameise einen Kreisbogen von Z nach Z^I, läuft dann geradezu mathematisch parallel mit Z—A^I und zwar von Z^I nach A^{II}. Darauf von A^{II} nach N. Also Gedächtnis zweier Orientierungen! Also Aufnahme zweier Richtungen mittelst des Sensorium. Also Gedächtnis eines Winkels Z^I—A^{II}—N, beinahe gleich dem alten Winkel Z—A^I—N. Ohne Fühlhörner hätte das Insekt alles das nicht getan, aber eine solche winkelregistrierende Fühlhörnerfakultät Geruch zu nennen, nehme ich doch Anstand. — Ich habe öfters vor der laufenden Ameise von Fig. 4 den lockeren Erdboden gefegt, dass hat sie bei ihren Rückkehren gar nicht behindert. —

Solche Wanderungen werden meistens seitlich senkrecht zur Hauptreiserichtung unternommen. Fig. 4 war die Winkeleisenform oder Galgenform (potence). Sie ist ebenso häufig bei den Abarten wie die T-förmige Reise. Fig. 5 stellt eine sehr kurze T-förmige Reise von *Messor sancta* dar. Ich habe grosse T-Reisen wo N—A nahe an 5 m lang ist. Bei *Tetramorium* sah ich hie und da die regelmässige Zickzack-Reise. Bei derselben macht z. B. das Insekt vom Nestloch einige Centimeter nach Norden gerade aus, dann nach Osten, dann wieder nach Norden, dann wieder nach Osten oder Westen, also immer nabezu rechtwinklig zur Nordrichtung. Als ich dann früher oder später Zucker gab, drehte sich das Insekt nach Süden, so gut wie wenn es eine Boussole besässe.

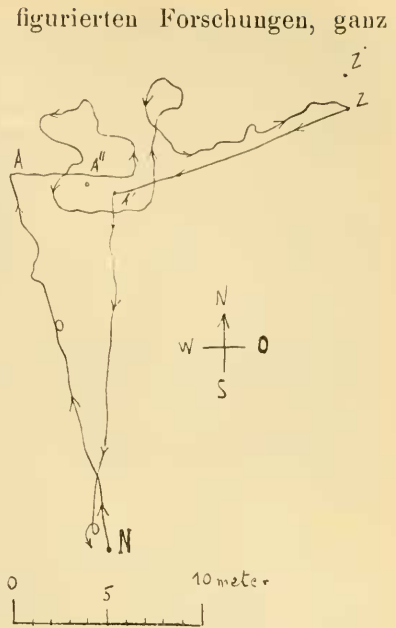


Fig. 4.

Solche Wanderungen werden meistens seitlich senkrecht zur Hauptreiserichtung unternommen. Fig. 4 war die Winkeleisenform oder Galgenform (potence). Sie ist ebenso häufig bei den Abarten wie die T-förmige Reise. Fig. 5 stellt eine sehr kurze T-förmige Reise von *Messor sancta* dar. Ich habe grosse T-Reisen wo N—A nahe an 5 m lang ist. Bei *Tetramorium* sah ich hie und da die regelmässige Zickzack-Reise. Bei derselben macht z. B. das Insekt vom Nestloch einige Centimeter nach Norden gerade aus, dann nach Osten, dann wieder nach Norden, dann wieder nach Osten oder Westen, also immer nabezu rechtwinklig zur Nordrichtung. Als ich dann früher oder später Zucker gab, drehte sich das Insekt nach Süden, so gut wie wenn es eine Boussole besässe.

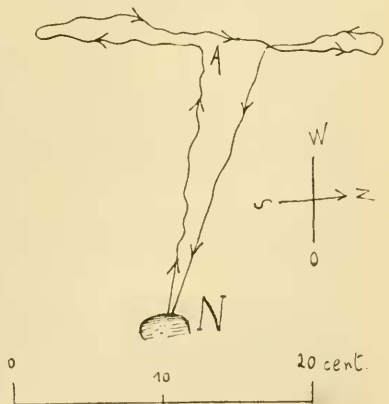


Fig. 5.

Die Abgangsrichtung wird also im umgekehrten Sinn benutzt, so bald Nahrung gefunden ist, und dies trotz der vielen kleinen seitlichen Forschungen, welche nahezu rechtwinklig zur Nordrichtung sind. Deswegen muss die Ameise notwendig mehr oder weniger nahe bei ihrer Rückkehr am Loch vorbeikommen.

Schluss.

Wenn ich zum ersten Male nach mehr als 20 Jahren einen Aufsatz in deutscher Sprache zu verfassen so kühn war, so soll mir der Zweck zur Entschuldigung dienen. Dieser Zweck ist Propaganda. Sollten sich nicht einige Ameisenfreunde finden, welche meine beiden Experimente bei ihren Ameisenarten anstellen und einige Reisen von isoliert forschenden Ameisen genau aufzeichnen werden? — Wenn ich nun bei einigen Negervölkern etwa Tatsachen beobachtet hätte, welche ihre Einzelreisen sowie dann ihre gemeinschaftlichen Gänge immerwährend regieren würden, so würde ich nicht behaupten, dass dieselben Tatsachen bei den Einwohnern von Berlin sich auch zeigen müssten. Sieben Arten von Ameisen hatte ich zur Verfügung, und der bekannte Spezialist Herr Dr. Santschi schrieb mir, dass es etwa 6000 Arten gibt.

Ein solches Sammeln von Ameisenreisen ist, wie mein Album zeigt, durchaus kein eintöniges Geschäft und solche Dokumente besitzen für die Biologie einen praktischen Nutzen, wenigstens meiner Ansicht nach. Folgendes ist meine Begründung dieser Ansicht: Ein solches Wiedererscheinen der einmal eingenommenen Reiserichtung, eine solche Reiseregel,*) sowohl bei der Hauptreiserichtung als auch bei den bedeutenden seitlichen Forschungen (Fig. 4 u. 5), ist ein Zeichen von Automatismus. Nun sind die Reisen meiner höheren Art, *Myrmecocystus*, auch von der Reiseregel regiert. Ein oberflächlicher Beobachter wird vielleicht a priori meinen: „So eine Hinreise in's Weite wird wohl sehr kompliziert sein“. Hat er aber die Geduld, die ganze Reise sorgfältig aufzunehmen, so wird er den Ueberblick des Ganzen haben können und er wird darüber erstaunt sein, wie einfach die Beziehungen zwischen Rückkehrlinie und Hinreisespur sind. Bei meiner kompliziertesten und unregelmässigsten *Myrmecocystus*-Reise, welche mit einem raschen geraden Lauf von etwa 3 m nach NO anfang, regierte diese Richtung oder genau die umgekehrte, also SW, zusammengezählt 80 m der Reise; eine dazu senkrechte oder nahezu senkrechte Forschungsrichtung zeigte sich dann und wann, und zwar im ganzen addiert 35 m. Schief zur Abreiserichtung und zwar von Süden nach Norden oder umgekehrt, also unregelmässig, wurden im ganzen 37 m durchgelaufen. Also wurden von 152 m 115 m nach der Reiseregel der Reisen mit zwei Hauptorientierungen durchgelaufen und dies ist meine unregelmässigste Reise! Was nun die Einzelheiten, die Details aber anbelangt, sind oft, zwar nicht immer, die Reisen von *Myrmecocystus* weit interessanter als die *Messor*-Reisen. *Myrmecocystus* macht allein schon durch das Ansehen seiner Reisespuren den Eindruck eines viel freieren Wesens als die stupid erscheinende *Messor*-Ameise, welche meistens an ihrem einmal

*) Ich schreibe ausdrücklich nicht „Reisegesetz“, denn ich scheue mich vor dem Worte „Gesetz“ in der Biologie. Ameisen, wie ähnlich sie auch in ihren Einzellaufbahnen verfahren mögen, sind keine einander gleiche Flintenkugeln; es sind doch Individuen und das sieht man mehr oder weniger in den Details der Reisen.

eingenommenen Reiseradius viel strenger gebunden erscheint. Wie gesagt ist *Myrmecocystus* aber doch in den Hauptzügen seiner Reise von demselben Reiseautomatismus beherrscht.

Mithin glaube ich, dass eine kleine Sammlung Reisen von isoliert forschenden Ameisen für jede Ameisenart ein gutes Kriterium wäre, um zu sehen, ob eine Art, oder ob Individuen einer Art von Automatismus mehr oder weniger beherrscht sind, respektive neue, variierte Akten zu vollführen im Stande sind.

Nachtrag.

Ein interessantes Experiment, ähnlich einem Transporte von Piéron, mag erwähnt werden.

Fig. 1. Wenn ich den Kornhaufen G_1 , als die Ameise nach der ersten Forschungsreise darauf arbeitet, sanft wegnehme und z. B. in einem Punkte P, 3 m seitlich von N nach SW, also in Fig. 1 links senkrecht zur Richtung N— G_1 , auf den Boden stelle, so kann ich, auf viele Experimente gestützt, für meine Ameisenarten Folgendes voraussagen:

1. Die Ameise, vom Haufen mit einem Samenkorn herabsteigend, wird niemals etwa von P nach N laufen.

2. Sie wird zunächst von P aus der Richtungslinie G_1 —N nahezu parallel laufen und zwar nach SO, dann umkehren und dies nach einem Laufe, von dem zu erwarten ist, dass er etwas kürzer als die Länge G_1 —N sein wird. So in die Nähe von P wieder angelangt oder auch darüber hinaus, wird die Ameise wieder umkehren, und so weiter. (Album Fig. 85 bis 87).

Dieses Hin- und Hergehen nach Transport wird also nach Richtung und Länge von der Anfangsreiserichtung N— G_1 streng und eng bedingt, und sehr oft mehrere Minuten lang bevor das Insekt dann nach und nach die Richtung weniger einhält und darauf regellos umherirrt.

3. Die Aufeinanderfolgen der Bewegungen und Körperhaltungen beim ersten Gang von P nach SO aus, sind auf dem neuen Terrain in P in ihren kleinen Details nicht was sie von G_1 nach N sein würden. Es können bei P z. B. andere Hindernisse für die Samenspitze vorkommen und der Transport des Samens schwieriger oder anders gestaltet sein. Diese verschiedenen Bewegungen gleichen sich aber in dem neuen Hin- und Hergang der Ameise von P aus unternommen um eine Gleichgewichtslinie (axe de sinuement), welche der Richtung G_1 —N nahezu parallel ist. Also Gedächtnis der Orientierung einer idealen Linie, einer reinen Richtung. Also innere Angabe durch die gerade Abgangsreise von N nach Nordwesten hergeschafft!

So lange ein triftiges Experiment mir nicht zeigt, dass die Ameise nach ihrem Transport in P sich nach einem äusseren Merkmal orientiert, also immer ganz falsch von diesem äusseren problematischen Merkmal von P aus geleitet wird, so lange halte ich an meiner Ansicht einer inneren Richtungsangabe fest.

Eine Variante des Experimentes zeigt besonders gut das Gedächtnis der Richtungen von Gleichgewichtslinien.

Lässt man eine Ameise ein vielfach wiederholtes Hin- und Hergehen vom Neste N nach G_1 machen und zwar auf unverändertem Terrain, z. B. auf einem Experimententisch, so wird sich zur Richtungskenntnis, zu welcher eine einzige erste Hinreise genügt, eine Kenntnis der be-reisten unveränderten Fläche gesellen.

Von einer solchen Terrainkenntnis durch die Fühlhörnerfakultät können wir uns keine richtige Vorstellung machen; dieses hat Forel sehr schön dargestellt. — Also ist unsere Ameise in ihrem Hin- und Hergang vom Nest nach G₁ von zwei Elementen bestimmt. Nach einem Transport von G₁ nach P, also wie oben, wird offenbar das Insekt durch das Fehlen des zweiten Elementes gestört sein. Bei dieser Variante wird die Ameise deshalb in ihrem neuen Hin- und Hergange bedeutend schlängeln, aber regelmässige sinus oidenartige Linien beschreiben; nun werden aber die Achsen (Gleichgewichtslinien) von dieser Linie ganz sichtbar den Achsen des alten Hin- und Herganges von N nach G₁ nahezu parallel sein. Auch sind die Beziehungen der beschriebenen Entfernungen des neuen Hin- und Herganges mit denen des alten klar.

Solche Experimente hatte Lubbock gemacht um dabei das Sehen zu experimentieren. Dazu hatte er beim Nest N, als etwaiges Merkmal für die Ameise, einen Bleistift aufgestellt. Er scheint nun darüber enttäuscht, dass sich die fortgetragene Ameise um seinen Bleistift gar nicht kümmerte und er hat die klaren und sichtbaren Beziehungen zwischen dem neuen und dem alten Hin- und Hergange ignoriert. (Lubbock, Fourmis, Abeilles et Guépes. 2^{me} vol. p. 13, Fig. 27 u. 28. Paris. Germer. Baillière.)

(Schluss folgt.)

Ueber einen eigentümlichen Nestbau von *Osmia bicornis* L.

Von Dr. Paul Lozinski, Krakau.

(Mit 9 Abbildungen).

(Schluss aus Heft 7/8.)

Das Gespinst selbst, aus welchem der Kokon besteht, ist sehr dicht und hat einen eigentümlichen Bau. Wenn man ein frisches, noch weisses Gespinst mikroskopisch untersucht*), so fällt zuerst auf, dass dasselbe

aus zwei Elementen, und zwar einem Fadengespinnt sowie einer hyalinen Grundsubstanz besteht (Fig. 6). Wie aus der letzten Figur zu ersehen ist, ist die Stärke der ausgesponnenen Fäden sehr verschieden und selbst derselbe Faden kann in seinem Verlaufe dickere und feinere Teile aufweisen. Der Verlauf der Fäden ist recht verschieden, aber immer sehr unregelmässig, öfters geschlingelt oder selbst gebrochen. Ueberhaupt findet man in solchem Gespinnte abwechselnd dichtere oder mehr lose Stellen und auch selbst solche, an welchen nur einzelne, spärliche und

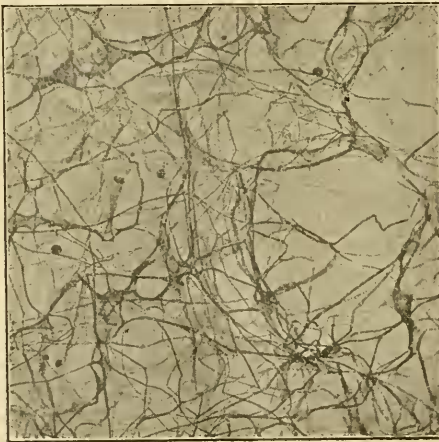


Fig. 6.

*) Das weisse Gespinst eines Kokons wurde behufs mikroskopischer Untersuchung und Photographie mit Safranin gefärbt, darauf mit 70% Alkohol differenziert und in üblicher Weise in Kanadabalsam eingeschlossen. Die alten braunen Kokons wurden dagegen in Schichten zerlegt und ohne weiteres eingeschlossen, da ihre natürliche Färbung bereits eine Untersuchung zuließ.